コンパクトで特性的にも満足のゆく

サブミニアチュア管
6111単管ライン・アンプの製作

長島　勝

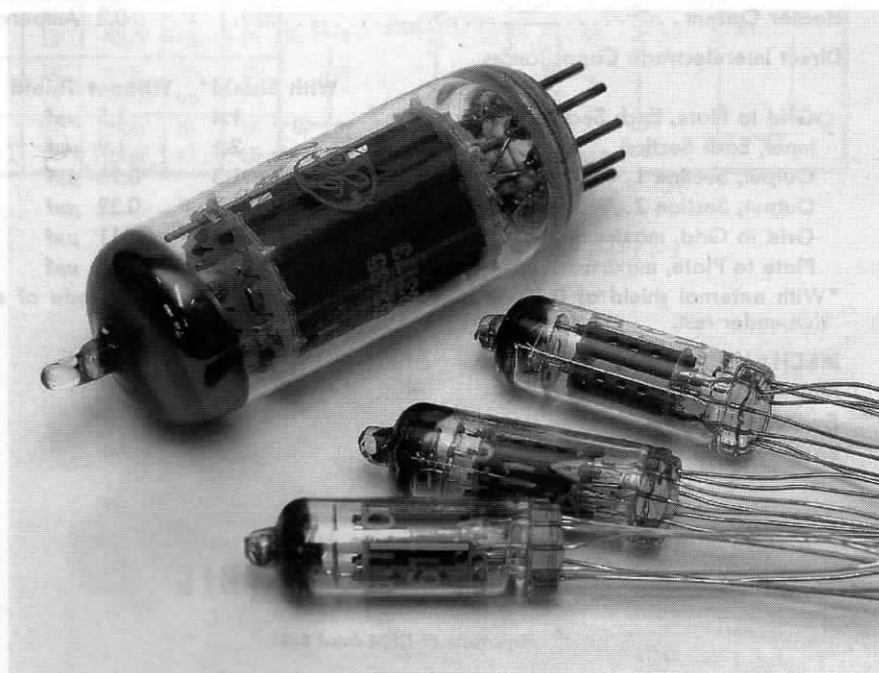
2004年4月号のQUAD・twentyfourの紹介記事見ていて，QUAD好きな私としては6111WAを使ったライン・アンプを作りたくなり，製作しましたのでご紹介します．

6111というサブミニ管

そのまま作ろうと思いましたが，まず正確な定数がわかりませんし，製作記事としてプリント基板を使うことや1本の6111WAで左右のチャンネルに振り分けるのは躊躇しました．また12AU7よりも出力インピーダンスが低いとはいえ，カソード接地のままというのもしっくりこなかったので，カソード・フォロアを追加しプリント基板に変わってラグ板を使い製作しました．ですから回路的構造的にはまったく別物で，6111WAを使った薄型プリアンプといった方が良いでしょう．

6111WAはサブミニチュア管で普通のMT管より細く10mmほどの太さですが，諸定数は6.3V，0.3A，μ=20，gm=5mS，r_p=4kΩですが，大雑把にいえば1ユニットが12AU7のパラのような3定数になっています．

双3極のサブミニチュア管の仲間には，6112や6021があり6112はμ=70で5751パラ相当，6021はμ=35で5670をサブミニチュアにした物といえるでしょう．

今回は放熱と球の固定のため，球

●MT9P管とサブミニ6111の大きさを比べる

MAXIMUM RATINGS

ABSOLUTE MAXIMUM VALUES, EACH SECTION

Plate Voltage	165	Volts
Negative DC Grid Voltage	55	Volts
Plate Dissipation	0.95	Watts
DC Plate Current	22	Milliamperes
DC Grid Current	5.5	Milliamperes
Heater-Cathode Voltage		
Heater Positive with Respect to Cathode	200	Volts
Heater Negative with Respect to Cathode	200	Volts
Grid Circuit Resistance	1.1	Megohms
Bulb Temperature at Hottest Point	220	C

CHARACTERISTICS AND TYPICAL OPERATION

CLASS A_1 AMPLIFIER, EACH SECTION

Plate Voltage	100	Volts
Cathode-Bias Resistor	220	Ohms
Amplification Factor	20	
Plate Resistance, approximate	4000	Ohms
Transconductance	5000	Micromhos
Plate Current	8.5	Milliamperes
Grid Voltage, approximate		
Ib = 10 Microamperes	−9.0	Volts

CLASS A RESISTANCE-COUPLED AMPLIFIER

EACH SECTION

LOW IMPEDANCE DRIVE (APPROXIMATELY 200 OHMS)

R_L	R_{gf}	Ebb = 90 Volts			Ebb = 150 Volts			Ebb = 225 Volts		
		R_k	E_o	Gain	R_k	E_o	Gain	R_k	E_o	Gain
0.10	0.10	2400	8.4	13	2100	16	14	1900	25	15
0.10	0.24	3100	12	14	2800	22	15	2600	34	16
0.24	0.24	6200	10	14	5600	19	15	5200	30	16
0.24	0.51	7800	13	14	7200	25	15	7000	38	15
0.51	0.51	14000	11	13	13000	21	14	12000	32	15
0.51	1.0	19000	14	13	17000	26	14	16000	40	15

HIGH IMPEDANCE DRIVE (APPROXIMATELY 100K OHMS)

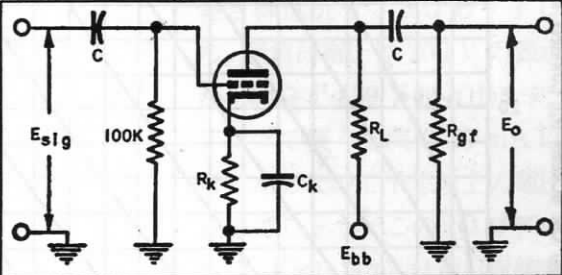
R_L	R_{gf}	Ebb = 90 Volts			Ebb = 150 Volts			Ebb = 225 Volts		
		R_k	E_o	Gain	R_k	E_o	Gain	R_k	E_o	Gain
0.10	0.10	3200	11	13	2500	21	14	2100	32	15
0.10	0.24	4200	15	14	3400	28	15	3000	43	15
0.24	0.24	8400	13	13	6800	24	14	6000	36	15
0.24	0.51	10000	16	13	8700	29	15	7800	45	15
0.51	0.51	17000	13	13	15000	25	14	13000	38	15
0.51	1.0	21000	17	13	19000	30	14	17000	47	15

Notes:

1. E_o is maximum RMS voltage output for approximately five percent total harmonic distortion.
2. Gain is measured for an output voltage of two volts RMS.
3. R_k is in ohms; R_L and R_{gf} are in megohms.
4. Coupling capacitors (C) should be selected to give desired frequency response. R_k should be adequately by-passed.

●GE 6111の規格(2)

デンサに，ゴム系接着剤を塗り先に接着して一体化しておきます．

球に密着するようにケースを作れば良いのでしょうが，自作では難しいのでアルミホイルを巻きシリコングリスをつけて挿入してこれで良いことにします．薄型のケースなので出来る限りケースに熱を導きケース全体で放熱するように考えました．放熱さえ良ければミルスペックなの

▼サブミニを銅パイプのヒートシンクの中に封入する

●チョークは4個使用

●6111単管サブミニライン・アンプ全回路図

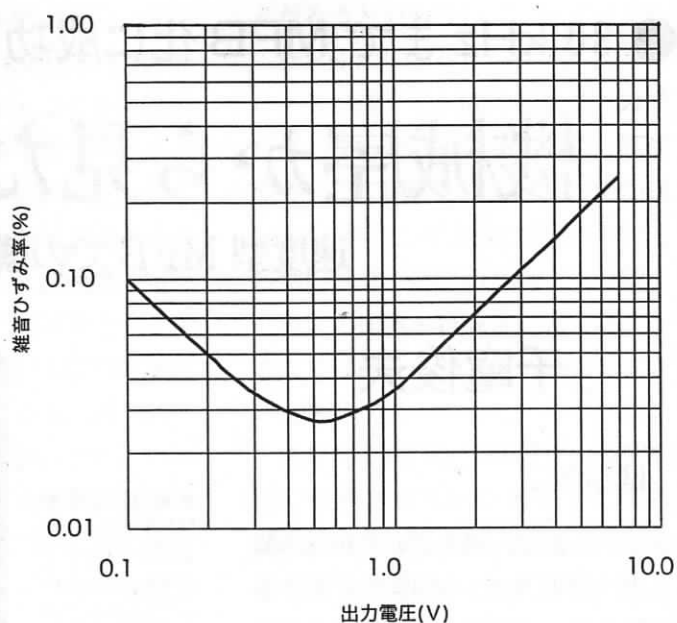
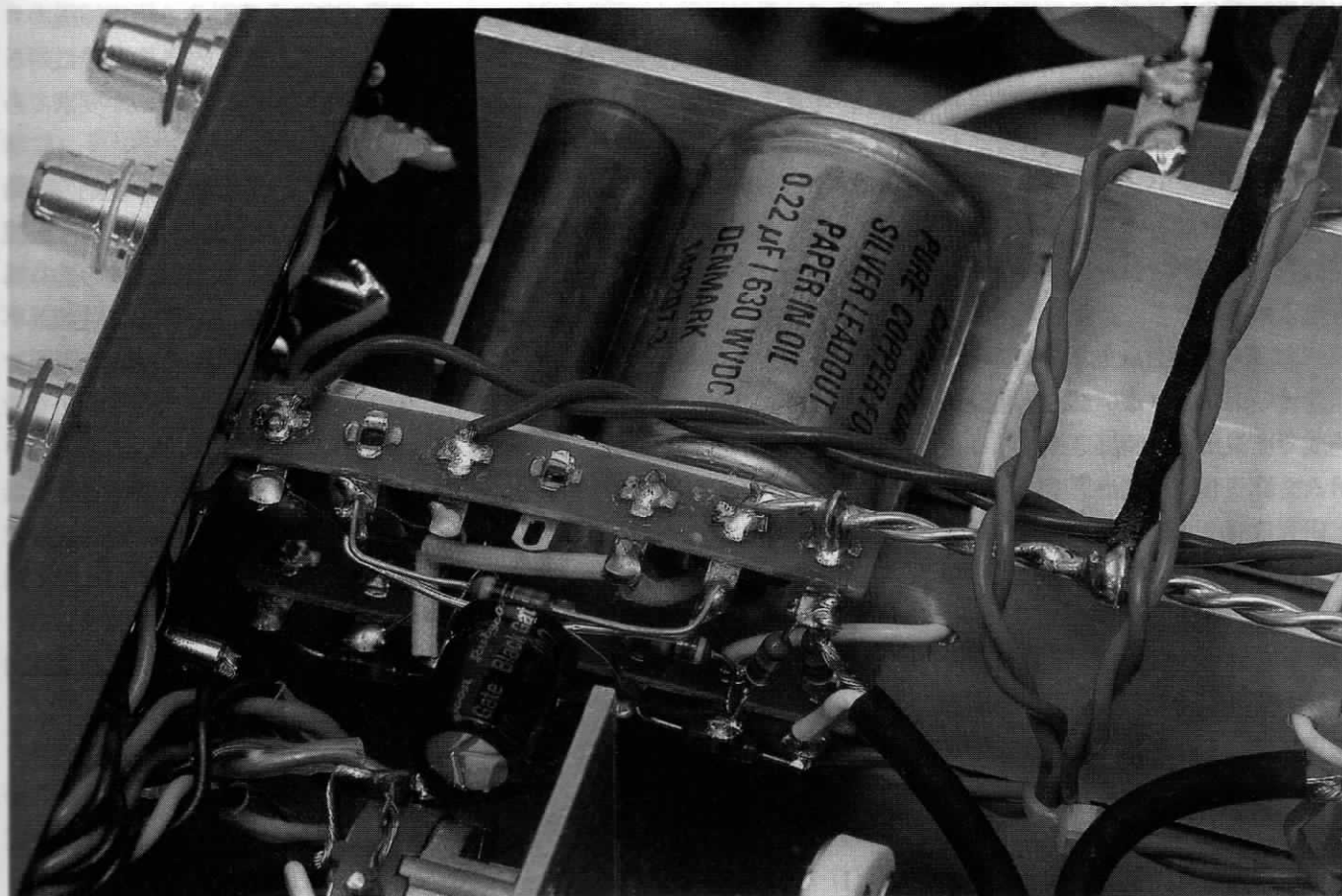
今回のトランスは厚さが35 mmと40 mmのケースに入る厚さに収まっています．しかしOコアとIコアを重ねる構造のため，漏れ磁束などはRコアに比べて多少悪くなると思われますが問題はありませんでした．レギュレーションは小型のためかあまり良くありませんでした．20 mA巻線の抵抗が大きく0 V～200 V間で900 Ω以上にもなっていますし，ヒータ用の12.6 Vの巻き線抵抗も2.3 Ωありましたから，無負荷電圧は200 Vの表示にもかかわらず230 Vほど出ます．プリアンプで使う電流は10 mA以下がほとんどなので予想以上の電圧が取れるでしょう．このIOコアートランス（KMB 1820）は春日無線変圧器で入手出来ます．

電源ですが，上記のIOコアトランスの200 Vの巻線をコンデンサ・インプットで両波整流します．その際600 Vのダイオードでは，前記の理由でV耐圧が不足しますので，800 V以上の耐圧のダイオードを使ってください．今回はU 07 Nを使いました．そしてケミコンの＋側と－側両方にチョークコイルを入れます．このことによりトランスで取り損ねた電源1次側のノイズや整

成分は，50 Hz のハムノイズでしたのでヒータを安定化すればもう少しノイズが減って特性が良くなったでしょう．

音質について

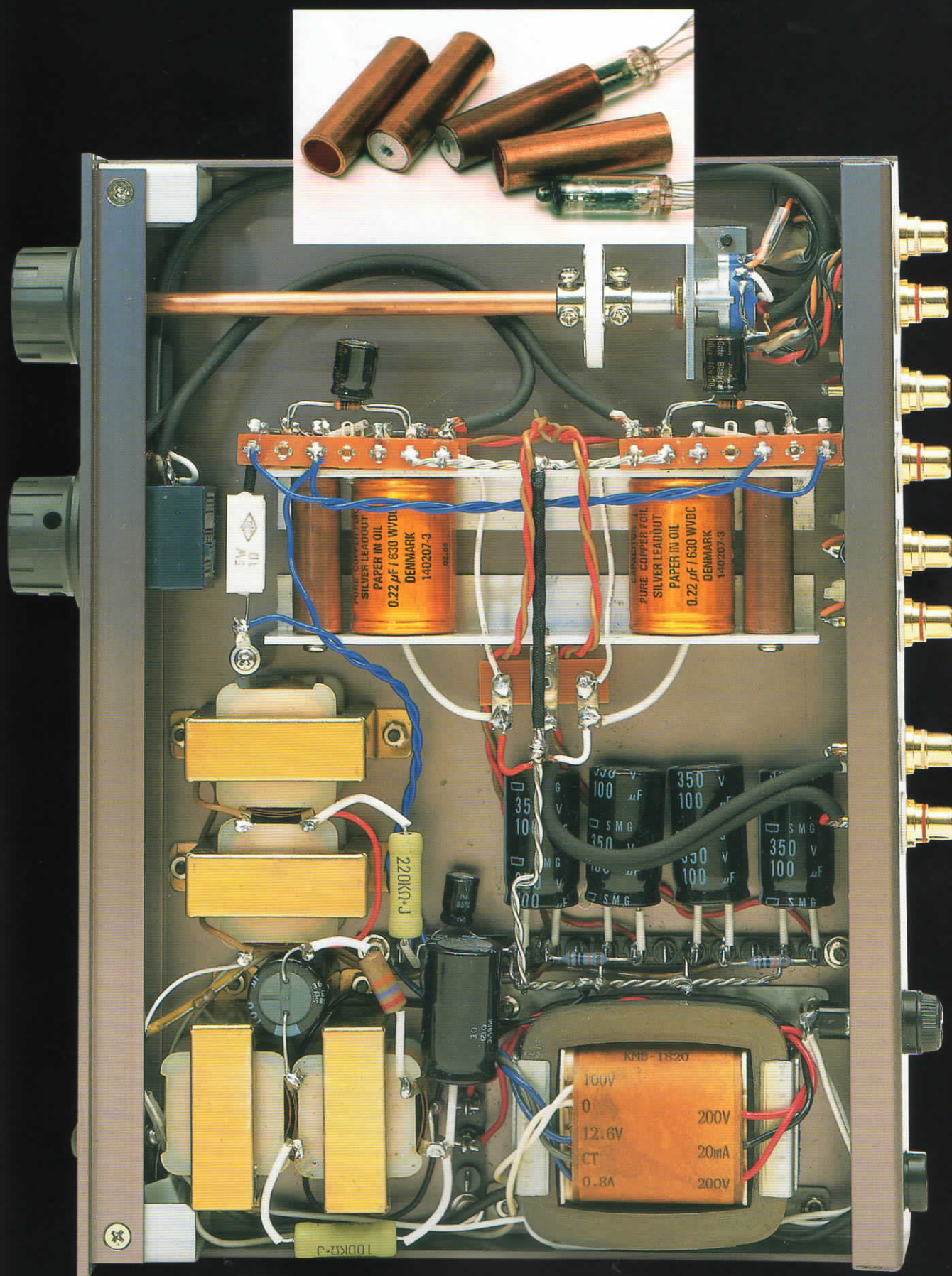
音質ですが，以前に 6021 で製作したライン・アンプと聞き比べて見ましたが，今回製作した 6111 の方が音の粒立ちや輪郭がはっきりしています．SN 比も格段に向上しました．これは銅パイプに真空管を入れたためのシールド効果と防振した効果でしょうか，音の重心も低くなっています．最初は硬い感じでしたが聞き込んでいくうちに柔らかいところは柔らかくメリハリが出てきました．

最後に今回は部品配置を左右間違えてしまいました．いつもはケースの上側に部品がきていますが，今回は下側なのにいつもと同じように加工図を書いてしまい，穴あけ加工が終わってからはたと気がつきました．開けてしまった穴は埋まりませんのでそのまま左右逆で製作しました．測定機器：パナソニック VP-7720 A(オーディオアナライザ)，ケンウッド CS-5135 (オシロスコープ)，他を用いました．

●6111 アンプの最終ひずみ率特性

● 0.22 μの左側が銅パイプに入った 6111

サブミニチュア管に銅パイプをヒートシンクとしてかぶせた

6111単管ライン・アンプの製作

製作★長島　勝

●本文製作記事参照

●コンデンサの脇に銅色をしているのが6111が入ったヒートシンク．入力は3回路．